



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 197 44 174 A 1

⑯ Int. Cl. 5:
F 03 D 11/04
F 03 D 1/04
B 63 B 35/44

⑯ Anmelder:
Otto, Gerd-Albrecht, 12526 Berlin, DE

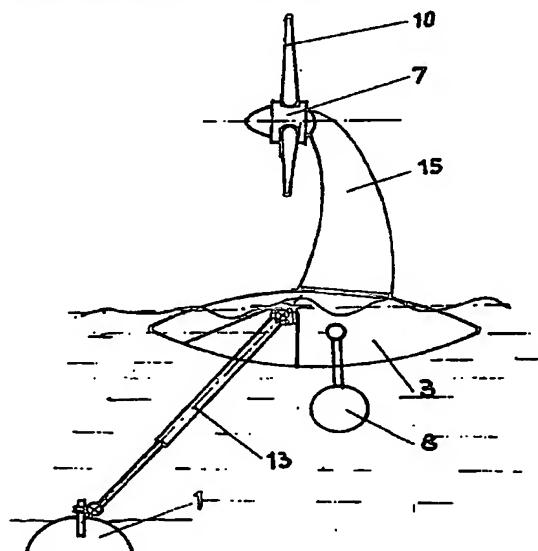
⑯ Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

DE 197 44 174 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Luftströmungskonverter zur Erzeugung schadstofffreier Elektroenergie auf dem Meer

⑯ Es ist Aufgabe der Erfindung, die Luftströmungsenergie im Offshorebereich größerer Tiefen des Meeres effektiver zu nutzen und den Wirkungsgrad des Energieumsetzers gegenüber herkömmlichen Einrichtungen zu erhöhen. Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, daß der Windenergieumsetzer innerhalb eines Konzentrators angeordnet ist und die Einrichtung vorzugsweise auf dem Meer betrieben wird und am Meeresboden verankert ist. Es ist vorgesehen, die Einrichtung vorzugsweise so zu konstruieren, daß im Rotorbereich eine Erhöhung der Windgeschwindigkeit eintritt und beispielsweise theoretisch eine Verachtfachung der Energiekonvertierung mit konventionellen Windenergieumsetzern zu erreichen ist. Wird der Konzentrator mit einer Füllung leichter als Luft ausgeführt, kann der Schwimmkörper entfallen. Es ist aber auch möglich, den Energieumsetzer ohne Konzentrator am Mast auf dem Schwimmkörper zu plazieren und am Meeresboden zu verankern. Mit dieser erfindungsgermäßen Realisierung wird ein wesentlicher technischer und wirtschaftlicher Schub mit der Windenergienutzung auf dem Meer eingeleitet. Der Windenergieumsetzer ist vorzugsweise im Megawattbereich auf dem offenen Meer einsetzbar und kann auch den Energieumsatz mit herkömmlichen Windenergiekonvertern erhöhen.



DE 197 44 174 A 1

Beschreibung

Die Erfindung realisiert eine Einrichtung zur Konvertierung der Luftströmung in vorzugsweise elektrische Energie im Megawattbereich auf dem offenen Meer. Die Erfindung ist auch geeignet, kleine Konverter nach dem gleichen Prinzip zu realisieren.

Windenergiekonverter für die Umsetzung der kinetischen Luftströmungsenergie in elektrische Energie gehören zum Stand der Technik. Handelsübliche Windenergiekonverter haben Leistungen bis zu 3 MW und sind geeignet, in den erfundungsgemäßen Luftströmungskonverter integriert zu werden, so weit es sich um den aerodynamischen Rotor und den elektrodynamischen Generator, der sogenannten Gondel herkömmlicher Konverter, handelt.

Durch den erfundungsgemäßen Luftströmungskonverter kann die Energieumsetzung um ein Vielfaches vergrößert werden, wenn der Energieumsetzer mit dem vorgeschlagenen Konzentrator versehen wird. Es ist Aufgabe der Erfindung, insbesondere im Offshorebereich die Leistungsparameter der konventionellen Luftströmungskonverter mit waagerechter Achse wesentlich zu erhöhen und Luftströmungsumsetzer zu realisieren, die im 10 MW-Bereich mit Einrichtungen der derzeitigen Technik möglich werden. Konventionelle Windenergiekonverter, die im Offshorebereich zum Einsatz kommen, werden derzeitig wie auf dem flachen Land üblich, auf senkrechten Masten mit rundem Querschnitt auf ein Fundament gesetzt, die eine starre Konstruktion einschließlich der Fundamentierung auf dem Meeresboden bilden. Die Aufwendungen für das derzeitige Konzept zur Realisierung der Fundamente im Offshorebereich sind demzufolge relativ hoch, weshalb Meerestiefen von 10 bis 30 m zur Zeit nur wirtschaftlich zu erreichen sind. Durch die erfundungsgemäße Ausführung werden Meerestiefen bis zu 30 m und weit über 50 m zu überbrücken möglich, ohne besonders aufwendige Turmkonstruktionen auf dem Meergrund lotrecht zu errichten.

Der im Folgendem vorgeschlagene Luftströmungskonverter hat lediglich eine Verankerung, die auf dem Meeresgrund plaziert wird und ein dreidimensionales Gelenk beinhaltet, mit dem der Luftströmungskonverter auf dem Meeresboden frei beweglich verankert ist. Diese Verankerung hat den Vorteil, daß eine aufwendige stabile Konstruktion für den Mast des herkömmlichen Luftströmungskonverter entfällt. Statt der herkömmlichen Mastkonstruktion oberhalb und unterhalb des Meeresspiegels wird der Mast so ausgebildet, daß er teilweise als Schwimmkörper in Anspruch genommen wird und so frei beweglich über eine Gelenkverbindung auf dem Meeresboden verankert ist. Diese Konstruktion hat in einer ersten Ausführungsvariante lediglich ein Gelenk, das in einer Verankerung am Meeresboden arretiert ist. Dadurch entfällt die aufwendige herkömmliche Rotorkopfverstelleinheit, die sogenannte Azimutkonstruktion am Turmkopf unterhalb der Gondel. Durch die starre Konstruktion zwischen der Verankerung und dem Schwimmkörper wird erreicht, daß der Luftströmungsumsetzer selbsttätig aufrechtstehend leseits zur Arretierung sich immer automatisch in Windrichtung einstellt. Mit Hilfe dieser Konstruktion können bedeutend größere Meerestiefen überbrückt werden, die mit großem wirtschaftlichen Vorteil gegenüber einer festen Fundamentierung auf dem Meeresgrund zu überbrücken sind. Leistungen der Konverter ab 1 MW können mit relativ geringem Aufwand in Meerestiefen über 50 m verankert und betrieben werden. Aus Vorstehendem wird erkennbar, daß der erfundungsgemäße Windenergiekonverter mit dem vorgeschlagenen Konzentrator, der als Reifen ringförmig den Energieumsetzer (7) umschließt und mit seiner Drehachse und der Achse des

Konzentrators zusammenfällt, wesentlich zur Verbesserung der Nutzung der Luftströmung beiträgt. Die Realisierung ist ähnlich der Konstruktion sogenannter Diffusoren, wie sie in Windkanälen Anwendung finden, auszuführen oder auch ähnlich der bekannten Venturidüse zu gestalten. Die vorgeschlagene Ausführung ist gegenüber diesen jedoch dadurch vorteilhaft zu gestalten, daß im Blattspitzenbereich der Rotor keine nachteiligen Verwirbelungen entstehen. Diese aerodynamisch begünstigte, widerstandsgeminderte Ausführung des Konzentrators gestattet eine relativ weit entfernte Blattanordnung des Rotors in der erfundungsgemäßen Ausführung und trägt wesentlich zur Leistungssteigerung herkömmlicher Rotoren bei. Insbesondere ist die erfundungsgemäße Ausführung des Konzentrators deswegen besonders stromlinienförmig ausgeführt, um im Falle großer Windgeschwindigkeiten über 30 m/s das Stillsetzen des Rotors mit geringstem Luftwiderstand zu gewährleisten.

Die Erfindung erlaubt aber auch sehr große Luftströmungsgeschwindigkeiten zu nutzen, da die relativ kleineren Abmessungen des aerodynamischen Rotors eine stabilere Konstruktion für größere Leistungen gestattet.

Ausführungsbeispiele

25 Die Ausführung der Erfindung wird in Abbildungen verschiedener Varianten dargestellt und im Folgendem erläutert.

Die Abbildungen zeigen

Fig. 1 Seitenansicht in teilweiser Schnittdarstellung des

30 Luftströmungskonverter mit Schwimmkörper

Fig. 2 Ansicht einer gleichartigen Ausführung in Windrichtung

Fig. 3 Ansicht einer Ausführung mit freibeweglicher Verbindung

35 Fig. 4 Seitenansicht einer Ausführung mit Schwimmkörper und Konzentrator

Fig. 5 Seitenansicht einer Ausführung mit freibeweglichem Schwimmkörper und Konverter

Fig. 6 Luftströmungskonverter mit Schwimmkörper und

40 Energieumsetzer

Fig. 7 Luftströmungskonverter mit Konzentrator leichter als Luft.

In Fig. 1 ist der Luftströmungskonverter in seiner grundlegenden Ausführung dargestellt. Mit dieser Darstellung

45 wird demonstriert, welche Merkmale die Konstruktion der erfundungsgemäßen Ausführung aufzuweisen hat. Der Luftströmungskonverter besteht im wesentlichen aus dem Schwimmkörper, der mit dem Konzentrator und/oder dem Luftströmungsumsetzer eine stabile Konstruktion bildet und

50 ist mit der Verankerung, die auf dem Meeresboden ortsfest angeordnet ist, über ein Gelenk beweglich verbunden. In der Verankerung (1) ist das Gelenk (2) befestigt, über dem die im übrigen zusammenhängende stabile Konstruktion mittels Gelenk beweglich, aber ortsfest arretiert ist. Das Gelenk (2)

55 kann als Kugelgelenk oder Kardangelenk dreidimensional freibeweglich ausgeführt sein. Der Schwimmkörper (3) kann in dieser Ausführung mit dem Gelenk (2) eine konstruktive Einheit bilden und als kegelförmiger Schwimmkörper ausgebildet sein. Über Streben oder eine Mastkonstruktion (4) ist der Konzentrator (5) mit dem Schwimmkörper (3) oberhalb der Wasseroberfläche zu einer Konstruktionseinheit verschmolzen. Innerhalb des Konzentrators ist

60 der Energieumsetzer (7), der auch als herkömmliche Windturbine ausgeführt sein kann, konzentrisch angeordnet. Der Energieumsetzer (7) hat die Aufgabe, die kinetische Luftströmungsenergie in elektrische Energie umzusetzen. Diese Aufgabe kann auch durch eine handelsübliche konventionelle Windkonverterkonstruktion realisiert werden und

sollte vorzugsweise einen getriebelosen Generator beinhalten. Es kann aber auch eine ähnliche Konstruktion, möglichst getriebelos, speziell für diesen Zweck, konstruiert werden, wodurch eine wesentliche Leistungssteigerung erreicht werden kann. Natürlich ist es auch denkbar und liegt im Bereich dieser Erfindungsaufgabe, den handelsüblichen Konverter auch ohne Konzentrator (5) über eine Halterung (12) auf dem Schwimmkörper (3) zu montieren. Der Vorteil des dargestellten Luftströmungskonverters liegt darin begründet, daß im Konzentrator (5) im Bereich der Blätter (10) des Energieumsetzers (7) die Luftströmungsgeschwindigkeit erhöht wird, wodurch die Energieumsetzung bei gleicher Leistung des Generators um ein Vielfaches steigt. Bei einer Verdopplung der Windgeschwindigkeit kann etwa die achtfache Energieumsetzung erzielt werden. Diese Verbesserung der Wirtschaftlichkeit übersteigt den höheren technischen Aufwand für die erfundungsgemäße Konstruktion gegenüber dem Stand der Technik weit.

Die Rotorachse des Energieumsetzers (7) ist im Abstand (F) zur Verankerung (1) leeseits in Windrichtung angeordnet. Dadurch stellt sich der Luftströmungskonverter gemäß der erforderlichen Ausführung automatisch selbsttätig in den Wind, folgedessen entfällt eine aufwendige Windnachführung. Zusätzlich kann ein Ausgleicher (8) mit dem Gewicht (G) über einen Ausleger zur Stabilisierung der gesamten Konstruktion beitragen.

In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel in Windrichtung dargestellt. Der Schwimmkörper (3) ist über ein Verbindungsgestell (11) mit der Verankerung (1) über das freibewegliche Gelenk (2) ortsfest verbunden. Oberhalb des Schwimmkörpers (3) halten die Verbindungsarme (4) den Konzentrator (5) ständig automatisch in Windrichtung. Der Konzentrator (5) besteht beispielsweise aus einer Vielzahl von Segmenten (6), die den ringförmigen Konzentrator (5) bilden, dessen Profil (9) an jeder beliebigen Schnittstelle aerodynamisch so gestaltet ist, daß vor dem Konzentrator (5) kein Stau entsteht und hinter dem Konzentrator (5) ein Luftströmungsausgleich vorstatten geht. Die ausströmende Luftmenge ist energetisch um die Energiemenge innerhalb des Konzentrators verringert. Durch diese Anordnung und Ausführung wird erreicht, daß am Ausgang des Konzentrators (5) ein Sog entsteht der innerhalb des Konzentrators eine Luftströmungsgeschwindigkeitserhöhung bewirkt und die im Energieumsetzer (7) mit seinem aerodynamischen Rotor mit den Blättern (10) die Luftströmungsenergie größtenteils in elektrische Energie konvertiert.

In dieser Konstruktion ist der Konzentrator vorzugsweise aus Schaumstoff in Leichtbauweise hergestellt. Es ist aber möglich, den ringförmigen Konzentrator aus in sich abgeschlossenen Segmenten herzustellen und diese mit Gasen, leichter als Luft, zu füllen, um so die lotrechte Stabilität der Einrichtung zu verbessern und die gesamte Konstruktion in Leichtbauweise herzustellen.

Natürlich kann auch der ringsförmige Konzentrator als Hohlkörper hergestellt sein und durch Warmluft eine aufsteigende Kraft entwickeln, die zur Stabilität der Einrichtung beiträgt. Ähnlich dem Heißluftballon wird in dieser Ausführung mit der erzeugten elektrischen Energie die Luft innerhalb des Hohlkörpers des Konzentrators erwärmt. Flauten werden über das bestehende elektrische Verbundnetz mit seinen Speichern überbrückt.

Es ist auch möglich, den Konzentrator mit einer Füllung leichter als Luft auszufüllen und die Verbindung (4) zwischen der Verankerung (1) und dem Konzentrator (5) ohne Schwimmkörper herzustellen. Mir dieser Ausführung wird eine in der Luft schwebende Variante ausgeführt, die unabhängig vom Seegang betrieben werden kann und statisch einfach zu realisieren ist.

In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, in dem der Schwimmkörper (3) über eine freibewegliche Ankerstange (13) mit der Verankerung (1) über das Gelenk (2) in Verbindung steht. Natürlich kann auch nur die Verbindung (13) als Seil oder Kette ausgeführt sein. In dieser Ausführung ist der Konzentrator (5) über ein Gestell (14) mit dem Schwimmkörper (3) fest verbunden und der Energieumsetzer (7) konzentrisch eingebracht. Natürlich kann der Umsetzer (7) über seinen Mast (15) auch ohne Konzentrator auf den Schwimmkörper (3) montiert werden.

Aus Fig. 4 wird ersichtlich, daß sich der erfundungsgemäße Luftströmungskonverter ständig selbsttätig in Windrichtung stellt und folglich der Mast (15) windschlüpfbrig ausgeführt werden kann. Dadurch wird eine Verbesserung der Aerodynamik gegenüber dem starren Mast mit rundem Mastquerschnitt konventioneller Windenergieumsetzer ermöglicht. Der reifenförmige Konzentrator (5) kann auch verschieden gestaltete Profile (9) umfänglich aufweisen, die der Luftströmung in unterschiedlichen Höhen angepaßt sind, da diese Einrichtungen im Megawattbereich auch Durchmesser von über 100 m erreichen. Um einen beispielweisen Größeneindruck zu vermitteln, sind die Maßangaben von plus/minus Null im Bereich des Schwimmkörpers angegeben. Dies zu veranschaulichen sind die 25 Tiefe von 150 m und die Höhe von 200 m als mittlere Ausführungsmaßangaben in die Darstellung eingetragen.

Durch den erfundungsgemäßen Luftströmungskonverter mit Konzentrator (5) können faktisch Leistungserhöhungen von 1 : 5 erzielt werden, vergleichsweise mit dem gleichen Durchmesser des Konverters ohne Konzentrator. Aber auch die Ausführung ohne Konzentrator auf dem Schwimmkörper (3) angeordnet, ist gegenüber dem Stand der Technik vorteilhaft, weil der Mast (15) infolge der selbsttägigen Einstellung gegen den Wind stromlinienförmig ausgeführt werden kann.

Natürlich kann die Verbindung (13) auch verstellbar ausgeführt werden und der Schwimmkörper (3) mit Antrieben ausgerüstet sein, um ein Manövrieren bei Seegang bzw. Sturm aktiv vorzunehmen. Auch kann der Schwimmkörper (40) (3) mit Auslegern versehen und in Ausgleichsbehältnissen aufgeteilt sein, die als Ausgleichshilfen bei hohem Seegang genutzt werden. Auch kann der Konzentrator (5) und/oder der Mast (15) mit Leitwerken und Antrieben ausgerüstet werden, um gewollte Beeinflussungen durchzuführen. Die 45 Blätter (10) des Konverters sollten vorzugsweise pitchgeregt ausgeführt werden, um bei Sturm besser regeln zu können und möglicherweise das Stillsetzen zu erleichtern und den Windwiderstand zu verringern, um der Luftströmung im Konzentrator nur einen geringen Widerstand zu bieten.

In Fig. 5 ist eine Variante ohne Konzentrator dargestellt. Um die gleiche Leistung umzusetzen, müssen in dieser Konstruktion die Blätter (10) in der Länge etwa verdoppelt werden, um gleiche Generatorleistungen zu realisieren. Vorteil gegenüber konventioneller Offshorefundamentierung ist, daß der Mast (15) leeseits angeordnet und ein aerodynamisch günstiges Profil zu realisieren ist und auf diese Weise die nachteilige Beeinflussung der Blätter (10) infolge der Verwirbelung hinter dem Mast vermieden wird und die Tiefenüberbrückung mehr als verdoppelt werden kann, ohne 55 den materiellen Aufwand zu erhöhen. Der Schwimmkörper sollte möglichst großflächig ausgeführt werden, um den Einfluß bei Seegang weitestgehend zu verringern. Durch Gewichtsausgleicher (8) und Wasserkammern im Schwimmkörper kann dem Schaukeln entgegengewirkt werden. Die Verankerung (1) ist mit dem Schwimmkörper (3) über eine Verbindung (13) reibungsfrei verbunden und mit hydraulischen und/oder Feder- und Hebeleinrichtungen 60 versehen, um die dynamischen Belastungen weitgehend 65

ohne besondere mechanische Beanspruchung auszugleichen. Die Verbindung (13) ist an den Enden mit Gelenken versehen, die Verdrehungsbeanspruchungen ausschalten. Schließlich können auch Seil- oder Kettenverbindungen eine Verbindung zur Verankerung in bewährter maritimer Manier Anwendung finden und zwischen dem Schwimmkörper und der Verankerung eine Spannkraft eingerichtet werden. Durch diese Maßnahme ist eine Stabilisierung insbesondere bei hohem Seegang zu gewährleisten. Diese Stabilisierung kann auch mit herkömmlichen Einrichtungen steuer- und regelbar ausgeführt werden.

In Fig. 6 ist der Energieumsetzer des erfindungsgemäßen Luftströmungskonverters über dem Mast (15) direkt auf dem Schwimmkörper montiert und mit der Verankerung (1) im Gelenk (2) beweglich verbunden. In dieser Anordnung beschreiben die Blätter des Energieumsetzers (7) etwa den Außendurchmesser des Konzentrators (5) um etwa den gleichen Energieumsatz zu realisieren.

Die Fig. 7 zeigt abschließend eine Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Luftströmungskonverters mit dem Konzentrator (5), in dessen zentraler Achse der Energieumsetzer (7) angeordnet ist. Mit dieser Anordnung wird dargestellt, daß der Konzentrator über die Verbindung (13) direkt mit der Verankerung (1) verbunden ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Konzentrator (5) luftleer oder mit einem Medium leichter als Luft gefüllt. Natürlich kann die Verbindung (13) auch mit einem Schwimmkörper ausgerüstet werden. Der Schwimmkörper (3) kann beispielsweise kugelförmig gestaltet sein und mit der Verbindung (13) eine veränderliche Einheit bildend, die jederzeit mechanisch oder motorisch und automatisch verstellbar ist.

Bezugszeichenliste

1 Verankerung (mit Gelenk)	35
2 Gelenk (dreidimensional beweglich) Kugel- oder Kardangelenk	
3 Schwimmkörper	
4 Strebe, Verbindungsarme, Mastkonstruktion	
5 Konzentrator	40
6 Segment	
7 Energieumsetzer, Turbine, Windkonverter	
8 Ausgleicher, Gewicht	
9 Profil, aerodynamisch gestaltet	
10 Rotorblatt	45
11 Verbindungsgestell	
12 Halterung	
13 Verbindung, Ankerstange	
14 Gestell	
15 Mast, mit stromlinigem Querschnitt	50

Patentansprüche

1. Luftströmungskonverter zur Erzeugung schadstofffreier Elektroenergie auf dem Meer dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Schwimmkörper ein Energieumsetzer verdrehungssteif montiert ist und nur über eine Verankerung am Meeresboden in beweglicher Verbindung steht und der Energieumsetzer innerhalb eines Konzentrators angeordnet sein kann.
2. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß ein Schwimmkörper (3) mit einer Verankerung (1) über ein Gelenk (2) in Verbindung steht und der Energieumsetzer (7) konzentrisch in einem Konzentrator (5) angeordnet ist und mit dem Schwimmkörper (3) eine stabile Konstruktion bildet.
3. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Schwimmkörper (3)

über einen Mast (15) mit stromlinigem Querschnitt der Energieumsetzer (7) montiert ist und über eine elastische Verbindung (13) mit der Verankerung (1) über Gelenk (2) in freibeweglicher Verbindung steht.

4. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator (5) einen konzentrischen stromlinigen Reifen bildet, der an jeder Schnittstelle ein aerodynamisch gestaltetes Profil aufweist und aus Segmenten (6) zusammengesetzt sein kann, dessen Achse mit der Achse eines Energieumsetzers (7) zusammenfällt, dessen Blattspitzen der Blätter (10) einen angemessen kleineren Radius beschreiben als der kleinste Innendurchmesser des Konzentratorreifens aufweist.

5. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Schwimmkörper (3) mit dem Energieumsetzer (7) eine Einheit bildet, die über eine Verbindung (13) mit der Verankerung (1) freibeweglich in Verbindung steht.

6. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Konstruktion eine stabile Einheit bildet, die nur im Gelenk (2) allseitig verdrehbar verankert ist.

7. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator (5) aus Schaumstoff gefertigt oder als Hohlkörper hergestellt ist, der luftleer ist oder mit Gasen leichter als Luft oder Heißluft gefüllt ist.

8. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Schwimmkörper unsinkbar, beispielsweise aus Schaumstoff, hergestellt ist.

9. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator (5) mit dem Energieumsetzer über eine Verbindung (13) direkt mit der Verankerung (1) über ein Gelenk (2) verbunden ist.

10. Luftströmungskonverter nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Energieumsetzer über einen stromlinigen Mast (15) auf dem Schwimmkörper (3) montiert ist und dieser über das Gelenk (2) in der Verankerung (1) beweglich arretiert ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1

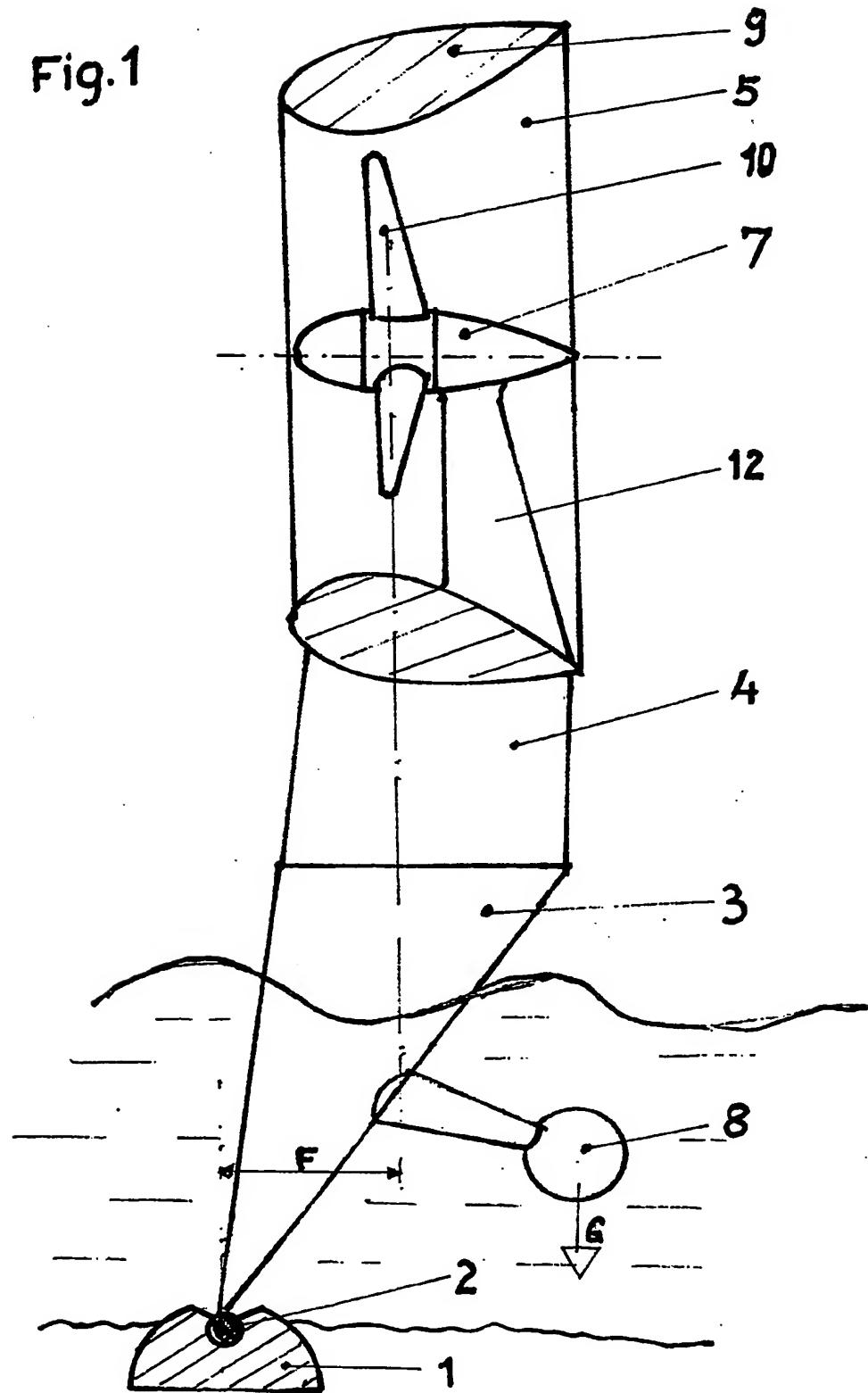


Fig. 2

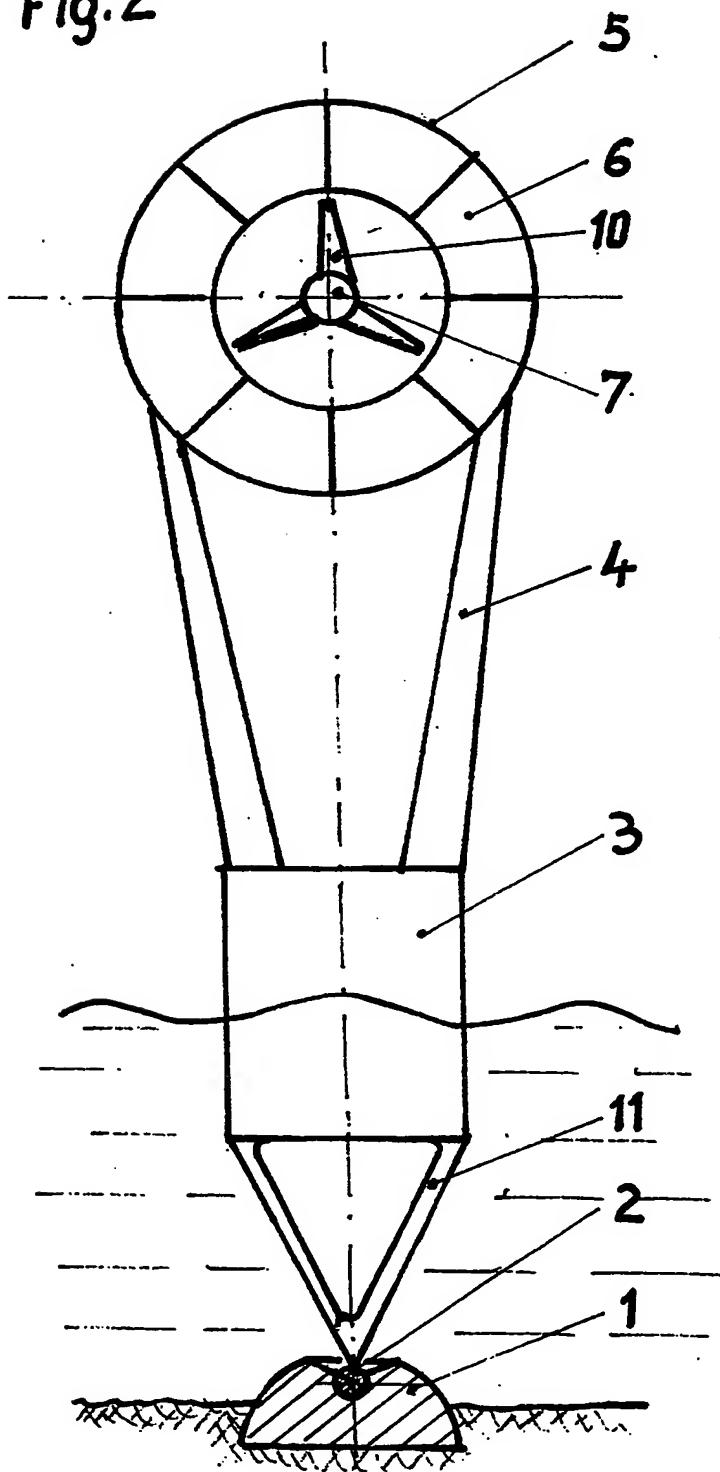


Fig. 3

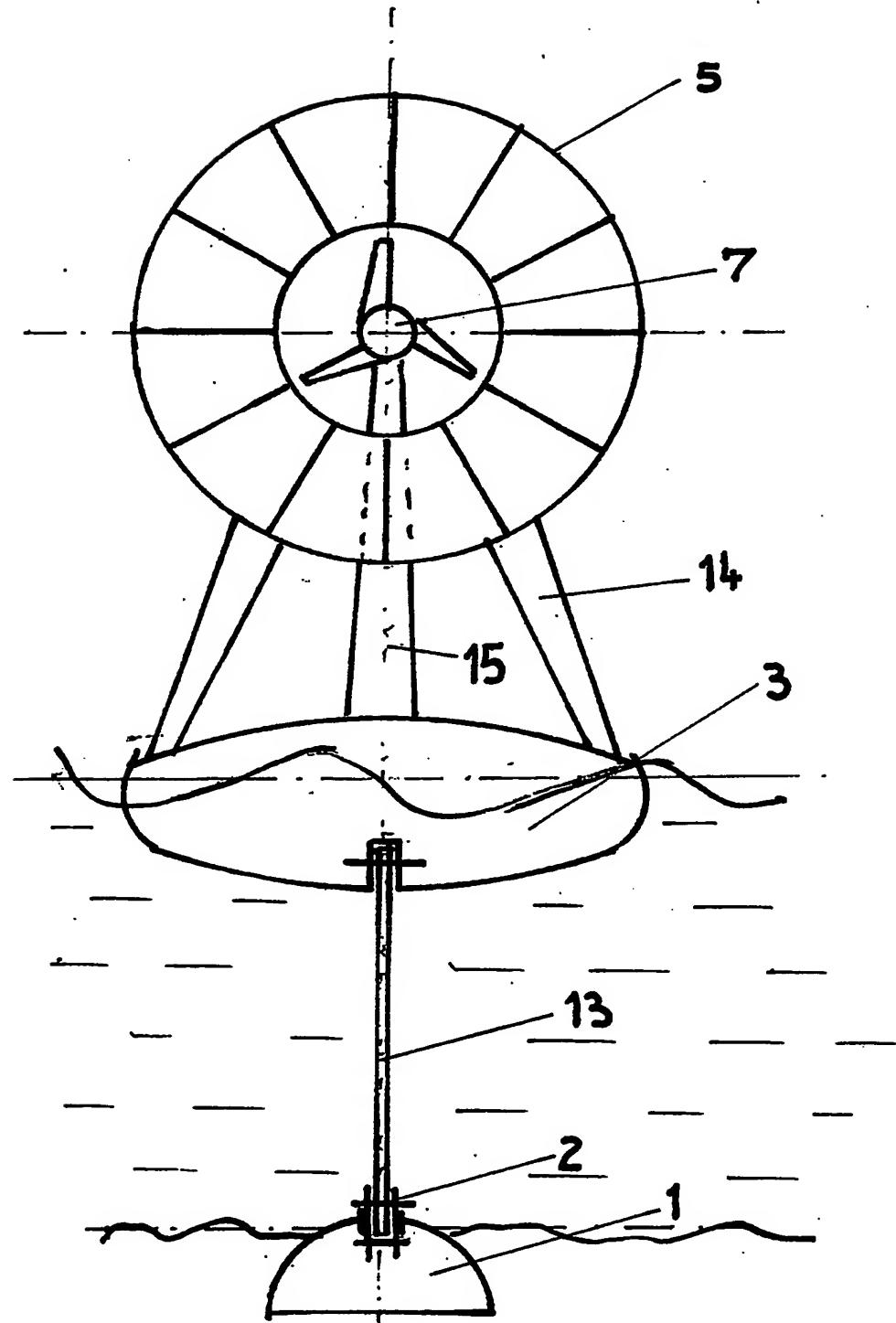


Fig. 4

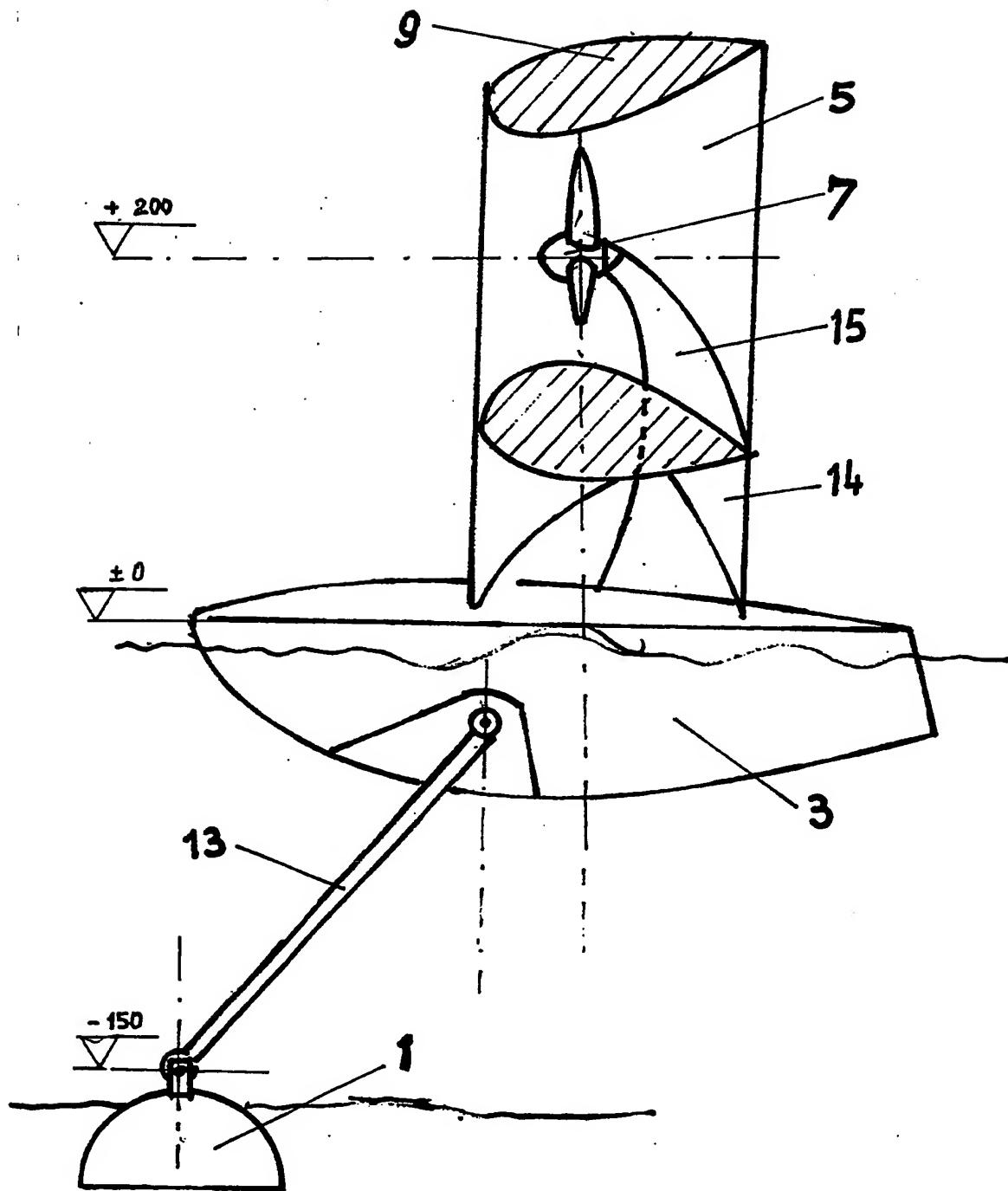


Fig. 5

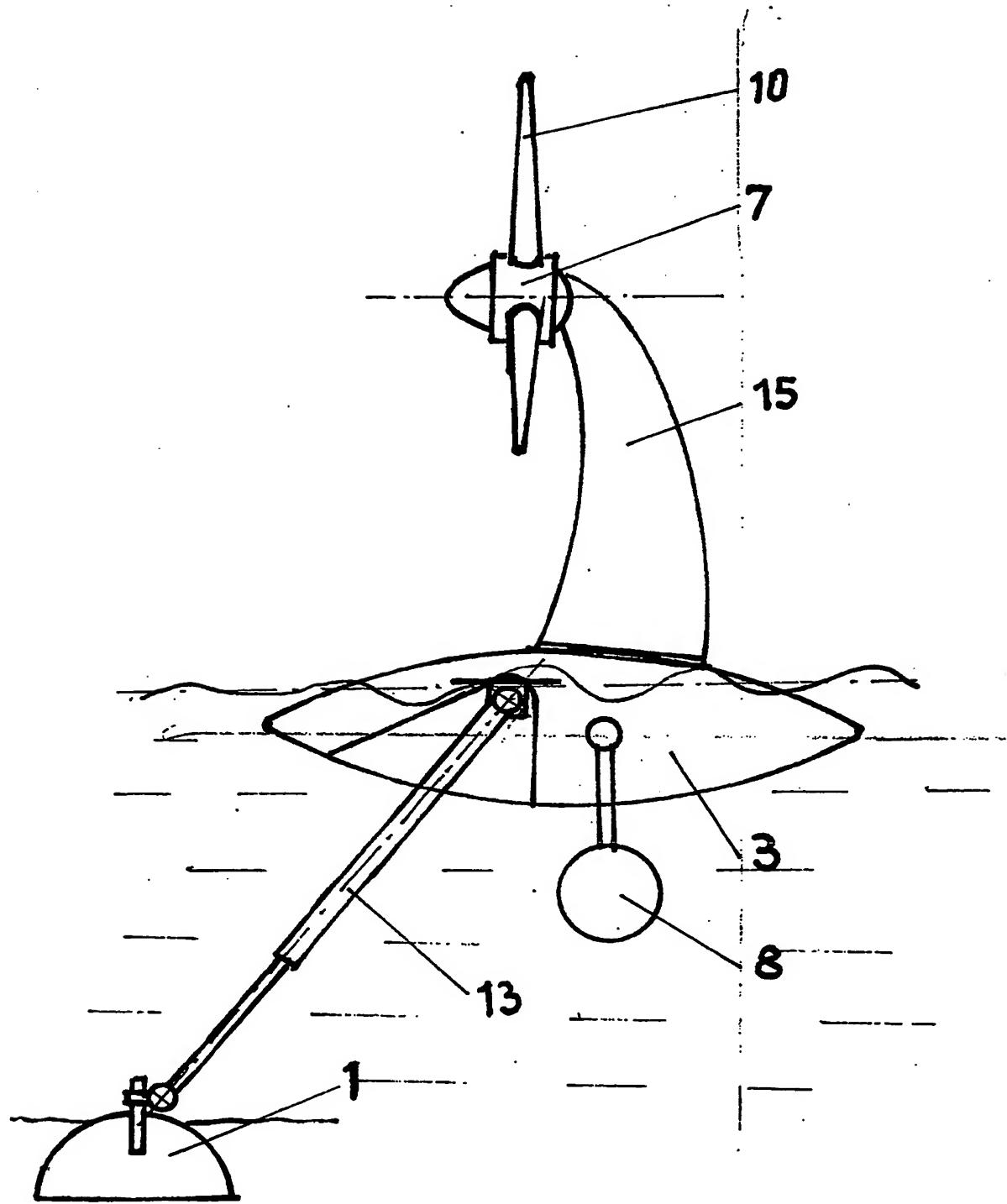


Fig. 6

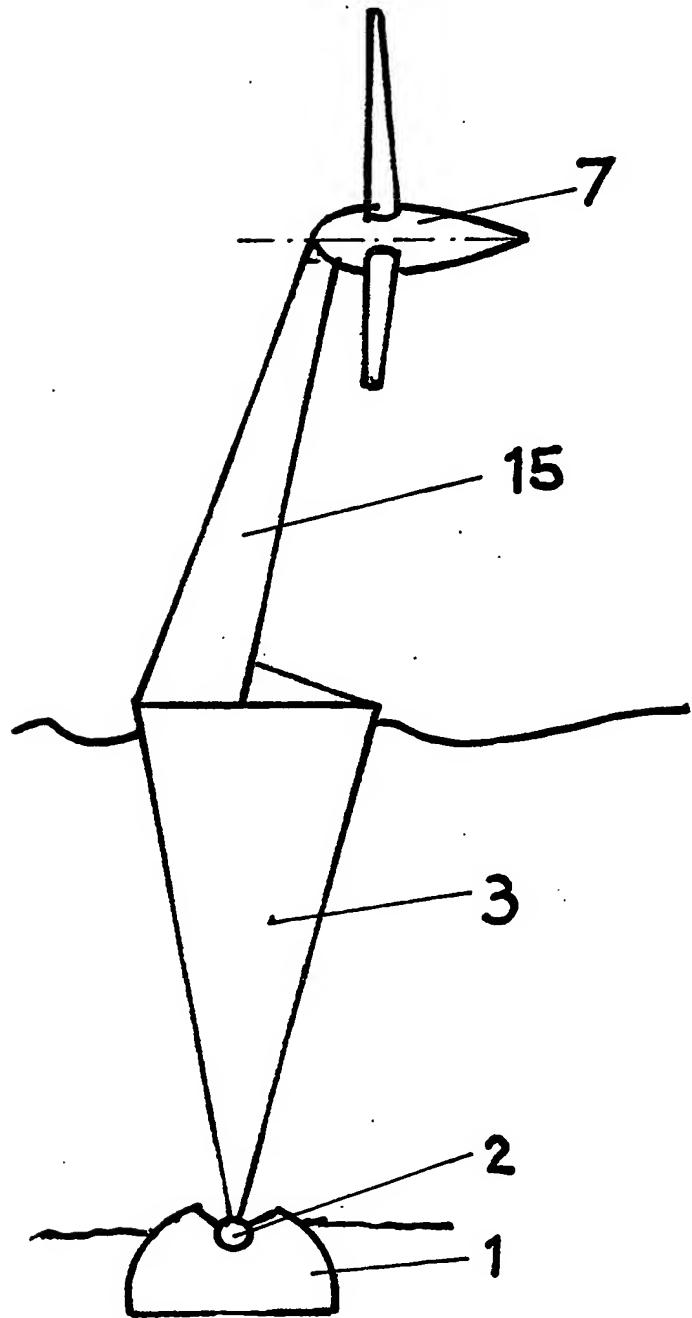


Fig. 7

